

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 59107119
PUBLICATION DATE : 21-06-84

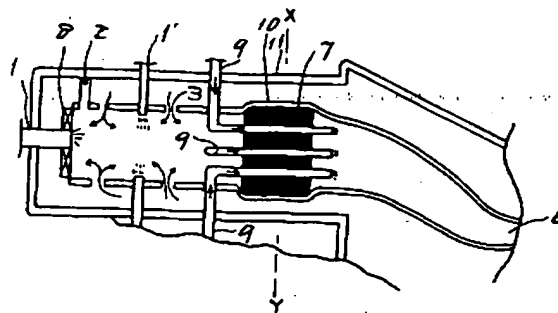
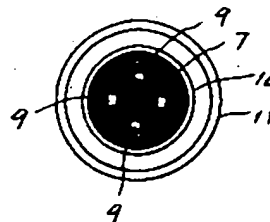
APPLICATION DATE : 10-12-82
APPLICATION NUMBER : 57215463

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : HIZUKA JUNJI;

INT.CL. : F23R 3/40 F23R 3/54

TITLE : COMBUSTION OF GAS TURBINE



ABSTRACT : PURPOSE: To enable a gas turbine to easily operate in response to a fluctuation in a load, by a method wherein, in the titled burning method employing a catalyst combustion system, fuel-air mixture is fed to a pipe which extends through a catalyst filling part to inject it to the outlet part of the filling part.

CONSTITUTION: Fuel, injected through a nozzle 1, is previously burnt to provide a preheat temperature which is necessary to catalyst combustion. Further, fuel for catalyst combustion is added through a nozzle 1' to burn it at a filling part 7. The fuel-air ratio of fuel-air mixture fed through a pipe 9 is adjustable to 0- ∞ . By varying the fuel-air ratio of the pipe 9, the temperature of the mixture, present on the downstream side of the catalyst outlet, is arbitrarily controllable. Further, since the pipe 9 extends through a catalyst filling part 7, the fuel-air mixture in the pipe is increased in temperature within the catalyst filling part 7, and flame is prevented from quenching due to injection of gas. As noted above, variation of the fuel-air ratio and the flow rate of fuel-air mixture within the pipe 9 enables a gas turbine to easily operate in response to a fluctuation in a load.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁 (JP)
⑫ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開
昭59—107119

⑬ Int. Cl.³
F 23 R 3/40
3/54

識別記号 庁内整理番号
7137—3G
7137—3G

⑭ 公開 昭和59年(1984)6月21日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑮ ガスタービンの燃焼法

⑯ 特 願 昭57—215463

⑰ 出 願 昭57(1982)12月10日

⑱ 発 明 者 古屋富明
川崎市幸区小向東芝町1 東京芝
浦電気株式会社総合研究所内

⑲ 発 明 者 山中矢
川崎市幸区小向東芝町1 東京芝
浦電気株式会社総合研究所内

⑳ 発 明 者 早田輝信

川崎市幸区小向東芝町1 東京芝
浦電気株式会社総合研究所内

㉑ 発 明 者 肥塚淳次

川崎市幸区小向東芝町1 東京芝
浦電気株式会社総合研究所内

㉒ 出 願 人 東京芝浦電気株式会社

川崎市幸区堀川町72番地

㉓ 代 理 人 弁理士 則近憲佑 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 ガスタービンの燃焼法

2. 特許請求の範囲

触媒燃焼方式により、燃料を燃焼させるガスタービンの燃焼法において、触媒充填部に1本以上のパイプを通過させ、パイプの入口から燃料と空気との混合気を供給し、パイプの出口端から、その混合気を触媒充填部の出口部分に噴出させることを特徴とするガスタービンの燃焼法。

3. 発明の詳細を説明

〔発明の技術分野〕

本発明は、ガスタービン発電システムに使用するガスタービン燃焼法に関し、更に詳しくは、燃焼時に発生する窒素酸化物(以下、 NO_x と称す)の量が少なく、且つ、良好な燃焼効率を有する触媒燃焼方式のガスタービン燃焼法に関する。

〔発明の技術的背景とその問題点〕

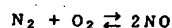
近年、石油資源等の枯渇化に伴ない、種々の代替エネルギーが希求されており、一方では、エネ

らの要求に答えるものの中には、例えば、燃料として天然ガスを使用するガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システム或いは石炭ガス化ガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システムが挙げられ、検討されつつある。これらのガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システムは、化石燃料を使用した従来のスチームタービンによる発電システムに比較して、発電効率が高いため、将来、その生産量の増加が予想される天然ガスや石炭ガス化ガス等の燃料を、有効に電力に変換できる発電システムとして期待されている。

ガスタービン発電システムにおいて使用されているガスタービン燃焼器は、従来より、燃料と空気の混合物を、スパークプラグ等を用いて着火して均一系の燃焼を行なっている。このような燃焼器の一例を第1図に示す。第1図の燃焼器は、燃料ノズル1から噴射された燃料が、燃焼用空気3と混合され、スパークプラグ2により着火されて

冷却空気4及び希釈空気5を加えられて、所定のタービン入口温度まで冷却・希釈された後、タービンノズル6からガスタービン内に噴射される。このような従来の燃焼器における重大な問題点の一つは、燃料の燃焼時において、 NO_x ガスの生成量が多いことである。

上記した NO_x が生成する理由は、燃料の燃焼時において、高温部が存在することによるものである。 NO_x は、通常、燃料中に窒素成分が存在していない場合には、燃焼用空気中の窒素と酸素が以下に示す式により反応して生成する。



上記反応は、高温になる程、右側に移行して一酸化窒素(NO)の生成量が増加する。 NO の一部は更に酸化されて二酸化窒素(NO_2)を生成する。

第2図は、従来のガスタービン燃焼器における流体の流れ方向の温度分布を示すものである。図に示した如く、燃焼器内の温度分布は極大値を持っており、最高温度に達した後は、冷却及び希釈空気により所定のタービン入口温度まで冷却され

ている。燃焼器内の最高温度は、 2000°C にも達する場合があるために、この近辺(第2図斜線部分)においては NO_x の生成量が急激に増加する。このように、従来のガスタービン燃焼器には、部分的に高温部が存在するため、 NO_x の生成量が多いという問題点がある。従って、排煙脱硝装置等を設けねばならず、装置が複雑になる等の問題点をも有している。

このようなガスタービン燃焼器の問題点を解決するために、種々の燃焼方式が検討されている。生成する NO_x 量を低減することができれば、排煙脱硝装置を省略或いは簡略化することができる。

最近、このような観点から固相触媒を用いた不均一系燃焼方式(以下、触媒燃焼方式と称す)が提案されている。触媒燃焼方式は、触媒を用いて燃料と空気の混合気体を燃焼せしめるものである。この方式によれば、比較的低温で燃焼を開始させることができ、冷却用空気を必要とせず、燃焼用空気が増加するため、最高温度が低くなり、従って、発生する NO_x 量を極めて少なくすることが

可能である。又、タービン入口温度も従来のものと変わりなく、燃料を完全燃焼させることができる。第3図は、このような触媒燃焼方式の燃焼器の概念図であり、触媒充填部7にはハニカム構造の触媒体が充填されたものである。尚、第1図と同じ装置又は物質である場合には、同じ符号を付してある。第4図は、上記したガスタービン燃焼器の中で、a;従来の燃焼方式、b;二段燃焼方式、c;触媒燃焼方式における、それぞれの燃焼器内の温度分布を示すものである。触媒燃焼方式では、他の方式と比較して最高温度が低く、低温から徐々に不均一系の燃焼反応が起こり、途中から均一系の燃焼反応を伴って燃焼が進行していることがわかる。

このように優れた方式である触媒燃焼方式にも欠点がある。すなわち、ガスタービンの変動運転に対応した燃焼法が充分確立されていないということである。

第3図は、触媒燃焼方式の燃焼器の概念図であ

でのガス流量及びガス温度(ガスタービンの出力に関連する)を変動させる時には、触媒充填部へ流入してくる空気と燃料の量を調整するしかない。このような形式で燃焼させる時の問題点は、(1)低負荷の時、すなわち、タービンノズルの温度を低くする時には、触媒に流入する燃料/空気比を低くしなければならないが、触媒燃焼では触媒出口の温度がある一定温度以上にならないと燃焼効率が低下するため、タービンノズルでの温度をあまり低くすることができないという点であり、また(2)、高負荷の時、あるいはより進歩したガスタービン運転時には、タービンノズルでの温度を高くするために、触媒充填部7でも相当な高温($1200 \sim 1500^\circ\text{C}$)が必要となるが、このような時には触媒の寿命が熱による劣化のため著しく短くなるという点である。

[発明の目的]

本発明の目的は、触媒燃焼法においてガスタービンを運転する時に、負荷変動に充分対応できる

〔発明の概要〕

本発明は、触媒燃焼方式により、燃料を燃焼させるガスタービン燃焼法において、触媒充填部に1本以上のパイプを通過させパイプの入口から燃料と空気との混合気を供給し、パイプの出口端から、その混合気を触媒充填部の出口部分に噴出させることを特徴とするガスタービンの燃焼法である。

本発明者らは、鋭意研究を重ねた結果、本発明に到達したが、その研究結果の一例をまず示し本発明の効果が大きること及びその妥当性を説明する。

第5図に実験結果例を示した。第5図は、メタン触媒燃焼の実験において断熱型の触媒反応管の触媒充填部出口温度と燃焼効率との関係を示したものである。燃焼効率は触媒出口から下流200mmでの測定値である。図中のaは燃料と空気との混合気体の流速が500℃に換算した時に10m/secのもの、bは同様に20m/sec、cは同様に30m/secである。またa、b、cの各々の混合気体の計算上

される。この混合気体の燃料/空気比は0~∞まで変換することが可能としておく。9のパイプの出口から噴出した混合気体は触媒出口の温度が気相での均一反応が充分進む温度であるため、燃焼する。触媒出口以後の温度は、9のパイプの燃料/空気比を変えることによって任意に制御可能となる。また、9のパイプが触媒充填部を通過しているため、パイプ内の混合気体は、触媒充填部で昇温しており、この混合気体を噴出したための炎のクエッチングは起らない。もし、この混合気体が加熱されていないと、ここで、温度低下のため炎のクエッチングが起ることがある。また、低負荷時のようにタービン入口温度を低くする時には9のパイプから燃料/空気比が低いあるいは燃料を含まない空気を供給することによって、燃焼器全体の燃料/空気比が低下するため、タービン入口温度を低くすることが可能となる。

このように、本発明を用いれば、触媒充填部での触媒燃焼の部分の操作条件は、それ程変動させ

の断熱火炎温度は1200~1300℃程度である。この図から明らかなように、触媒出口温度がある一定値以上であれば、触媒を出た後でも気相中での均一反応が起ることを示している。したがって、触媒充填部以後に燃料を加えることによって、触媒部では1000℃程度でもタービン入口温度は1500℃程度にすることが可能であると考えられる。また逆に、低負荷運転の場合を考えると、700℃程度の温度を得ようとしても燃焼効率が低下してしまう。この場合は触媒出口温度を1000℃程度に保った後、冷却空気を加えれば燃焼効率を低下させないでタービン入口温度を低くすることが可能である。

ここで本発明者らは、これらの結果を有効に生じた触媒燃焼法を見出した。本発明の燃焼法の概念を第6図によって説明する。1のノズルから噴射する燃料が予燃焼し、触媒燃焼に必要な予熱温度が得られる。さらに、1'のノズルから触媒燃焼用の燃料が加えられて触媒充填部で燃焼する。9のパイプから、燃料と空気との混合気体が供給

比及び流量を変えることによって、ガスタービンの負荷変動に対応することが可能となる。

以下に本発明の効果を説明するために、本発明の概念を用いたモデル実験結果を実施例として示す。

〔実施例1〕

実験に用いた装置を第7、8図に示した。第7図において燃焼管12に貴金属ハニカム触媒を充填し、上流から加熱した燃料と空気の混合気体14を供給した。ハニカム触媒は25mmの径で長さが15cmのものをを用いた。第8図は、第7図と同じ装置を用いパイプ17を触媒充填部に通じて、燃料と空気の混合気体、あるいは空気だけ16を供給できるようにしたものである。パイプの内径は8mmとした。すなわち、第7図の場合が通常の触媒燃焼法を想定したものであるに対して、第8図は本発明の概念に基づく方法である。実験条件は、燃焼管12に供給する総ガス量を240ℓ/minとした。そして、燃料/空気比及び燃焼管に供給するガスの温度を変

験した。結果を第9図に示した。第7図の装置を用いた時の結果である。曲線bによれば、断熱火炎温度（すなわちタービン入口温度に相当）が1150℃以下では、燃焼効率が低下している。したがって、この様な温度に相当するタービンの出力以下では運転できないと推定される。第8図の装置を用いた時の結果は曲線aであり、断熱火炎温度を低くするため、16の混合気体の温度あるいは燃料／空気比を低くすることによって、断熱火炎温度が低くても、燃焼効率は低下していない。この時、14の混合気体の温度及び燃料／空気比は、触媒の出口温度が1100℃になるように操作した。第9図のaの曲線に示したように、本発明の概念を用いれば、従来のものより、より広い断熱火炎温度範囲（すなわち、タービン出力範囲）で触媒燃焼させることが可能となる。

【実施例2】

第7、8部に示した装置を用いて、断熱火炎温度1400℃の操作条件で、それぞれ連続運転を行なった。第10図に、経過時間と燃焼効率との関係を

示した。第7図の装置の場合は、燃料が14の混合気体中にすべて含まれるため、触媒充填部の後半の部分は1200℃を超えており、触媒の熱劣化が大きく、そのため徐々に燃焼効率が低下している。しかし、第8図の装置の場合は、触媒出口温度を1000～1100℃になるように14の混合気体の燃料／空気比を制御し、16から供給する混合気体中の燃料によって触媒出口以後で300～400℃の温度上昇を行なわせているため、触媒の温度は前者に比べて低く、熱劣化も少ない。したがって、長期にわたって安定な触媒燃焼を行なわせることが可能となる。

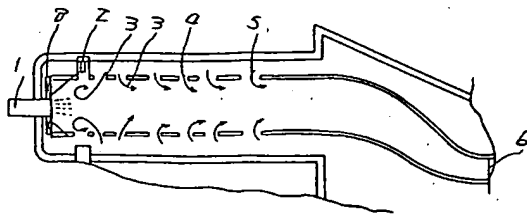
4. 図面の簡単な説明

第1図は通常のカスタービン燃焼器の概念図、第2図は通常のカスタービン燃焼器の温度分布を示す図、第3図は触媒燃焼方式のカスタービン燃焼器の概念図、第4図は通常のカスタービン燃焼器(a)、二段式カスタービン燃焼器(b)及び触媒燃焼方式カスタービン燃焼器(c)におけるそれぞれの温度分布を示す図、第5図は触媒出口温度と

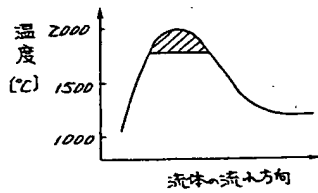
燃焼効率との関係を示す図、第6図(a)は、本発明の概念を用いたカスタービンの部分断面、(b)はX-Yにおける断面図、第7図は、通常のカスタービン燃焼を想定したモデル実験の装置フロー図、第8図は本発明の触媒燃焼を想定したモデル実験の装置フロー図、第9図は断熱火炎温度と燃焼効率との関係を示す図であり、aは本発明の場合、bは通常のものの場合を示す、第10図は経過時間と燃焼効率との関係の図であり、aは本発明の場合、bは通常のものの場合を示すものである。

- 1、1'…燃料ノズル、2…スパークプラグ、
- 3…燃焼用空気、4…冷却用空気、
- 5…希釈用空気、6…タービンノズル、
- 7…ハニカム構造触媒体、8…スロラー、
- 9…燃料・空気の供給パイプ、
- 10…内筒、11…外筒。

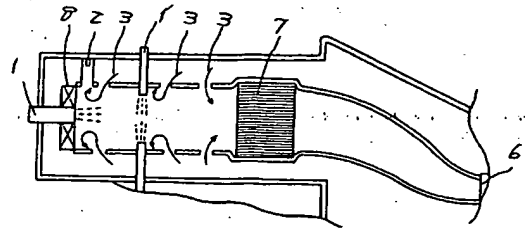
第 1 圖



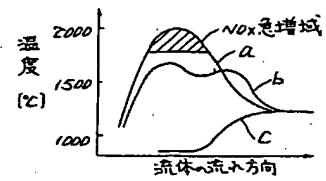
第 2 圖



第 3 圖

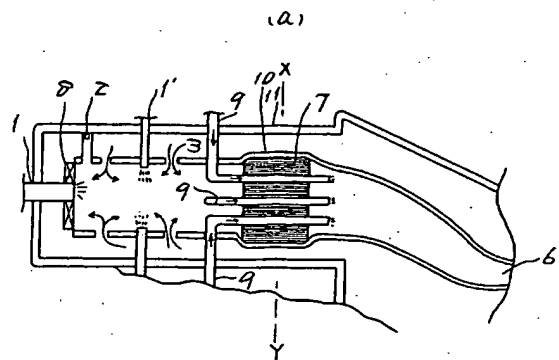
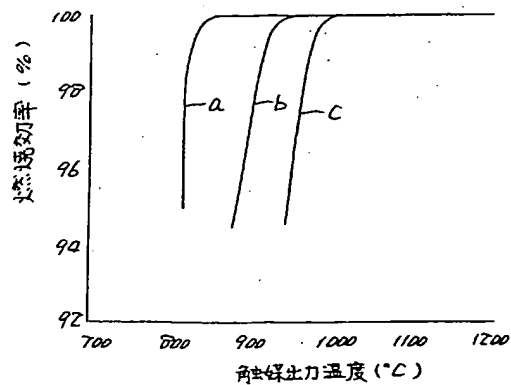


第 4 圖

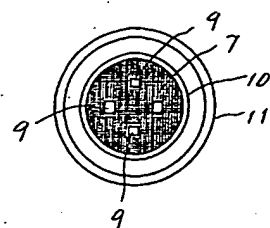


第 6 圖

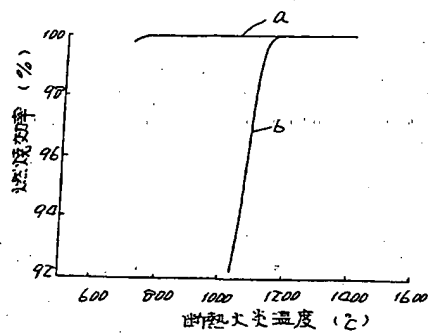
第 5 圖



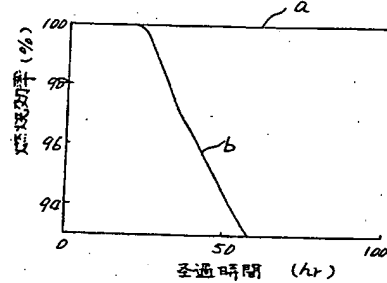
(b)



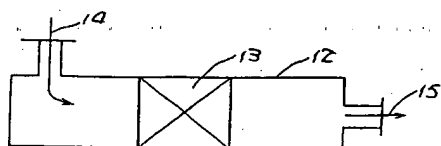
第 9 圖



第 10 圖



第 7 圖



第 8 圖

